

Implementação de um sistema web-based para classificação automática de mudanças de uso/cobertura do solo

Luciana Campos Mota
UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, Rio de Janeiro
lucianacmota@yahoo.com.br

Carlo Emmanoel Tolla de Oliveira
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Av. Brigadeiro Trompowsky, s/n, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, RJ
carlo@nce.ufrj.br

Margareth Simões Penello Meirelles
Embrapa Solos
Rua Jardim Botânico, 1.024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ
maggie.Meirelles@gmail.com

ABSTRACT

In the last decades, many works, demonstrated the efficiency in the use of high resolution images for the classification of land use and covering changes at regional level. However, it became clear that the use of some techniques on great areas demands prohibitive costs, in a financial point of view as also a computational one. Especially, if we consider limited available resources in less developed areas of Brazil and of the world.

The project is inserted in the context of an international effort for the development of a web-based system and includes some areas from Brazil. The main objective is to create technologies validated by the system methodologies, in a way the users use it in a decision-making process. It has as another objective a better understanding concerning the impact done on these areas by the changes of the land covering and use.

The proposal here is to make a product that joins automatic routines, based on satellite images available without costs, that can be used in different scales of administration of the territory. It doesn't demand highly specialized technicians to manipulate the web application.

KEYWORDS

Web application, Remote Sensing, High Resolution Images, Open Source, Free Software.

1. INTRODUÇÃO

A forte influência do homem na natureza, como explorador dos recursos naturais, tem conseqüências diretas e crescentes no funcionamento e equilíbrio de ecossistemas [1]. Ao longo dos últimos anos, inúmeras pesquisas foram realizadas, demonstrando a eficiência no uso de imagens de alta resolução com a finalidade de classificar as imagens para que se possa verificar as mudanças de uso e cobertura de solos [2, 3, 4].

Diversas regiões do interior do país necessitam conhecer o impacto de atividades humanas no meio ambiente, tais como: os índices de desflorestamento e queimadas em áreas de agricultura e pastagens, a degradação intensiva dos solos, causando impactos negativos em sua microbiota e mudança em regimes hidrológicos [5, 6, 7]. Com estes dados em mãos, é possível avaliar as alterações na cobertura dos solos de modo que seja possível, e em tempo hábil, uma precisa tomada de decisões [8].

A motivação deste trabalho surgiu com a observação de que o monitoramento contínuo e detalhado de determinada região mantinha uma solução com mais de vinte anos de atraso tecnológico e tinha um custo considerável [9]. Custo este que se dá basicamente por dois motivos: pela coleta de dados ser feita de forma manual; e pela inexistência de um sistema que fosse prático o bastante para reunir na Web informações de dados regionais e uma ferramenta apropriada para manipulação destes dados [5, 10].

A solução apresentada permitirá que usuários dos lugares mais remotos possam ter acesso a uma aplicação Web para classificação sistemática e automatizada de uso e cobertura de solos, tendo como único pré-requisito o acesso a rede www, o que permite que se utilize o sistema com custos bem reduzidos.

Muitos trabalhos semelhantes são encontrados nesta área, como podemos ver em Anderson (2004), Varella (2002) e Escada (2003), no entanto, nenhum que esteja preparado a disponibilizar na Internet o resultado da classificação da imagem, em tempo quase real. Em conseqüência, foi verificada a produção de resultados limitados ao deslocamento físico, não se pensando em preparar um produto voltado ao acesso via Web.

A vantagem deste trabalho é que a partir do resultado gerado online, o usuário escolherá o que fazer com a imagem: se vai gravar em um diretório local ou no banco de dados; ou se vai, simplesmente, analisar e descartar a classificação. O sistema criado poderá ser carregado através de um navegador Internet Explorer, ou similar.

Outra dificuldade é a de manter os perfis anteriores, de determinada região, em um único banco de dados. Ou seja, coletar as imagens corretas e carregá-la no banco de dados para que possam ser utilizadas na classificação.

Este artigo está dividido em cinco seções. A primeira seção é esta, a Introdução onde os motivos e objetivos do trabalho são analisados. Na segunda seção é feito um levantamento de trabalhos semelhantes e a contribuição que estes trabalhos trazem a esta idéia. Na terceira seção descrevemos a proposição da idéia, descrevendo o problema e esboçando a arquitetura da solução. Na quarta seção descrevemos a solução dada, ressaltando as implementações mais importantes. Na quinta seção é feito um levantamento das contribuições feitas pelo trabalho e sugestões são dadas para melhorá-lo, concluindo o artigo.

2. O PROJETO ENVIAR

2.1. Propondo um sistema WEB para monitorar o uso do solo

No início da era computacional, os mainframes e terminais burros caracterizavam o ambiente e foram utilizados por um longo tempo. Este tipo de arquitetura foi, vastamente, utilizado em indústrias específicas desde então, e só recentemente, arquiteturas mais modernas vem sendo aceitas na indústria [11]. Eficiência na comunicação, questões de confiança e segurança entre as camadas, recuperação de falhas, facilidade na distribuição e manutenção da aplicação são algumas vantagens dos sistemas Web em relação aos sistemas anteriores. Portanto, os sistemas WEB promovem um uso imediato da aplicação, facilitando a distribuição e atualização do software.

Propomos, então, uma aplicação Web que possa estar disponível vinte e quatro horas por dia, resolvendo os problemas de usuários - normalmente, gestores do âmbito público - dos lugares mais remotos, que não teriam condições de manter uma estrutura de servidores e banco de dados, principalmente, pelo custo dos equipamentos.

Apesar de existirem diversos trabalhos que fornecem informações sobre o uso do solo, estas informações não são de fácil acesso. Primeiramente, se forem utilizadas fotografias convencionais, os dados devem ser digitalizados através de um scanner e, na maior parte das vezes - mesmo com imagens de alta resolução -, os resultados das aplicações ficam restritos a um Sistema de Informações Geográficas de uso local [12]. Este tipo de solução dificulta a disseminação da informação gerada e impede uma imediata tomada de decisões.

O projeto Enviar desenvolveu três metodologias para monitoramento de solo, são elas: análise multitemporal de seqüências de imagens do sensor MODIS; fusão de imagens dos satélites NOAA/AVHRR e LANDSAT/TM; e, geração de um modelo digital de cor utilizando análise de regressão estatística, a partir de imagens NOAA/AVHRR [1, 13, 14]. Com isso, propomos a criação de um front end WEB para integrar estas soluções com uma base de dados de informações geográficas sobre o uso de solo.

A arquitetura consiste de uma aplicação WEB que acessa a base de dados, controla os programas de geração de perfil, efetua a classificação e gera um mapa temático como resultado. Assim, com a implantação do sistema, pretende-se que os usuários consigam gerar novos produtos, para auxiliar a tomada de decisões. A Figura 1 mostra o esquema arquitetônico da solução.

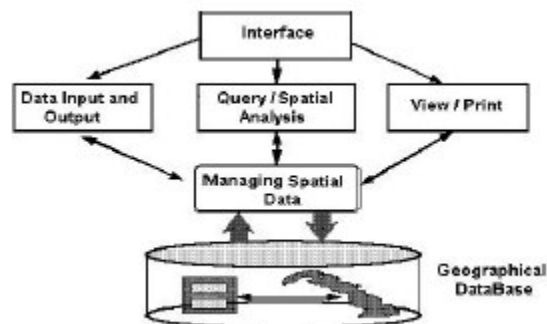


Figura 1: Esquema arquitetônico

Na Figura 2 é apresentada a tela inicial do Sistema Web, onde os objetivos são sucintamente descritos. A aplicação é capaz de cadastrar os perfis temporais das imagens a serem classificadas e disponibilizá-los para o processamento de comparação.



Figura 2: Página inicial do Sistema Web

Na Figura 3, é apresentada a tela com o mapa temático gerado, após execução do processamento de classificação.

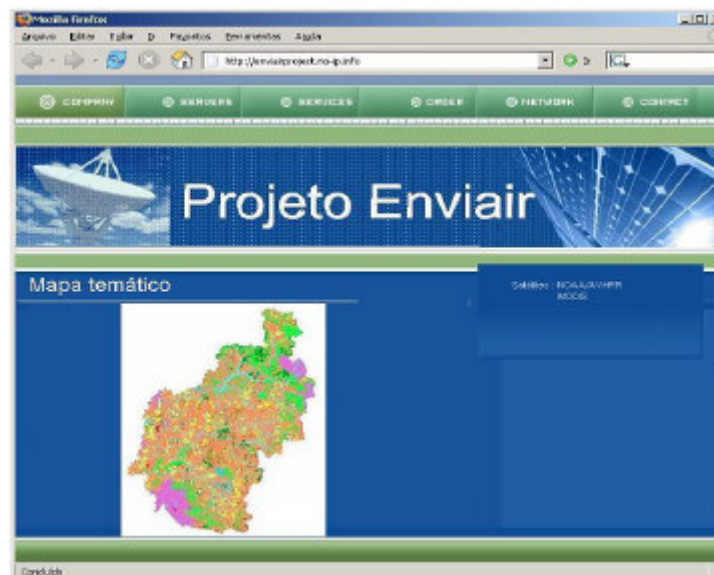


Figura 3: Mapa temático gerado

2.2. Implementação

O TurboGears é um framework de desenvolvimento Web baseado em um conjunto de tecnologias que utilizam a linguagem Python - uma linguagem de programação interpretada, interativa, dinamicamente tipada e orientada a objetos. Esta tecnologia foi

escolhida pelo fato de ter uma filosofia bastante interessante: reutilizar as aplicações já existentes, ao invés de "reinventar a roda". E, ainda por ter sido disponibilizado na *Internet* como *software* livre. Os componentes que compõem o *TurboGears*, mostrados na figura 4, são as seguintes:

Kid ou *Cheetah*: É uma linguagem de *templates* para edição de leiautes, que, obrigatoriamente, precisam ter sido construídos em XML válidos, ou seja, sintaticamente corretos.

Json-Mochikit: Uma biblioteca *JavaScript*, bem documentada, que fornece funções para execução de operações assíncronas (AJAX), *logging*, listas de dados e mais algumas ferramentas de DOM.

CherryPy: É um *framework* para o desenvolvimento de aplicações *web*, que possibilita a criação de páginas como simples funções/métodos *Python*. Possui um servidor *web* embutido e pode, ainda, ser utilizado juntamente com o *Apache* ou *lighttpd*.

SQLObject: É um ORM (*Object-Relational Mapper*) que permite representar os dados de um banco relacional em objetos e vice-versa. Pode ser usado para criar as tabelas no banco de dados a partir de código *Python* e/ou ler os metadados do banco de dados e criar código *Python*, dinamicamente, sem que o desenvolvedor precise, necessariamente, criar os códigos SQL.



Figura4: Tecnologias que compõem o TurboGears

Fonte: <http://oturbogears.org/>

Três classes foram criadas como apresenta a figura 5: *TapPerfil*, *TabClassifica* e *TabResultClas*. Os perfis e dados de treinamento são armazenados nas duas primeiras. O resultado do procedimento de classificação é armazenado na *TabResultClas*.

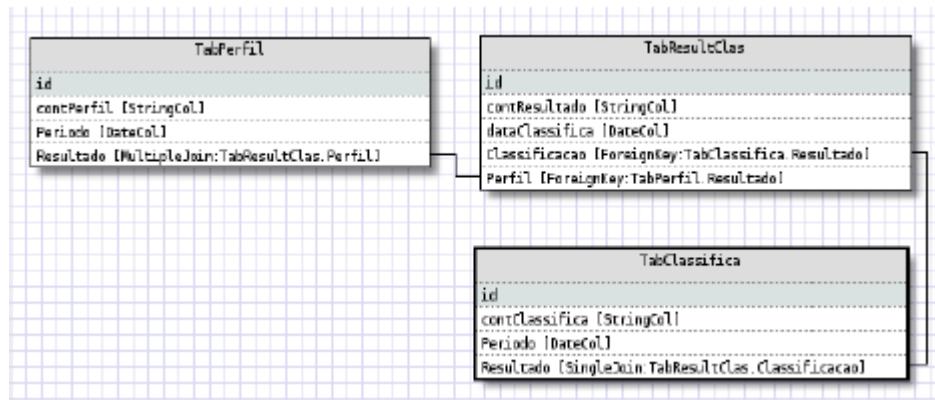


Figura 5: Diagrama do modelo de dados

O sistema *web* disponibiliza dois controladores de caso de uso. Um é o controlador principal que permite a operação de processamento e acesso dos dados geográficos. O outro controlador é o de manutenção de tabelas (CRUD) que permite a inseminação e atualização da base de dados disponível.

O controlador de operação representa o caso de uso principal da aplicação. Ele permite que se selecione um perfil de referência e uma imagem de satélite a ser processada contra o perfil dado. A partir desta seleção, a imagem é processada e uma página é apresentada contendo a imagem resultante.

O controlador de manutenção permite a manutenção do cadastro de imagens de referência e de classificação. Ele construído a partir de uma instância do controlador *Catwalk*. Este controlador é parte integrante da caixa de ferramentas do *Turbogears*, mas pode ser usado na aplicação do usuário. O controlador *Catwalk* gera um caso de uso de manutenção de cadastro para cada tabela do sistema. Este caso de uso permite que se visualize todos os registros da tabela, possibilitando a adição, remoção e atualização de registros.

O controlador principal disponibiliza um formulário para capturar a operação do usuário. Este formulário é apresentado ao se clicar o botão de entrar na página principal. Este botão ativa o método do controlador de operação *Enviair*. Este método envia um formulário para a página *web* contendo duas caixas de seleção. O formulário e as caixas de seleção são componentes *python* do *Turbogears* que são capazes de renderizar um formulário HTML equivalente. Quando o formulário de seleção é submetido, o subsistema de processamento de imagem geográfica é acionado e o resultado é produzido em forma de uma imagem no formato INRIA. ente formato é convertido em (jpg?, png?) e retornado para a consulta do usuário.

A formatação das páginas *web* é feita através de *templates* do *Kid*. Estes *templates* são arquivos formatados em XHTML que podem ser lidos em um navegador de HTML. Atributos especiais são acrescentados para permitir que o conteúdo da página seja construído, dinamicamente. Nesta aplicação é construído um *template* mestre que é responsável pelo menu e aparência comum a todas as páginas. Mais outros três *templates* são usados. O primeiro formata a página de boas-vindas com os logotipos das instituições participantes e um botão de entrar. Na segunda página é feita uma invocação para o formulário de seleção. A última página mostra o resultado obtido após o processamento.

3. CONCLUSÃO

A intenção deste trabalho foi de disponibilizar na Internet, uma aplicação web para monitoração nas mudanças de uso e cobertura dos solos. Várias contribuições foram feitas, neste sentido: métodos foram utilizados para análise das implicações de dados espaciais diretamente no ambiente; a aplicação dos métodos foi, totalmente, voltada para disponibilização através da web; a informação gerada foi de extrema relevância nos processos de tomada de decisões; a aplicação foi construída com ferramentas de uso livre, reduzindo consideravelmente, seus custos; e, a modelagem do sistema foi bastante apropriada para o armazenamento e consulta de dados sobre o solo.

Este trabalho ainda visou descrever o uso de técnicas modernas – *Turbogears* – para a criação de uma aplicação web. O que, certamente, possibilitará o aumento do número da população usuária do sistema.

As melhorias a serem feitas são: implementação de outras metodologias no escopo do sistema web; e, a adição de perfis temporais mais atualizados das imagens no banco de dados, para uso em novos procedimentos de classificação.

REFERÊNCIAS

- [1] Jonathan, M., 2006. *Considerations for regional scale long-term monitoring of land use with MODIS data and its application for the High Taquari Basin*. Rio de Janeiro, Brazil, 10 p.
- [2] Centeno, J. A., 2002. *Viabilidade do Uso de Imagens de Alta Resolução para Atualização Cadastral e Base para SIG*. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis, 9 pages.
- [3] _____. 2001. Mapeamento de áreas permeáveis usando uma metodologia orientada a regiões e imagens de alta resolução. In *Revista Brasileira de Cartografia*, nº 55.
- [4] Varela, C. A., 2002. Determinação da cobertura do solo por análise de imagens e redes neurais. In *Revista Brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, vol.6, n.2.
- [5] Silveira, R. B., 2006. Atributos microbiológicos e bioquímicos como indicadores da recuperação de áreas degradadas, em Itajubá/MG. In *Cerne, Lavras*, v.12, n.1, p.48-55.
- [6] Mendonza Rojas, E. H., 2004. *Síntese genética de redes neurais artificiais ART2 na classificação de imagens ASTER para mapeamento de uso e cobertura da terra na região norte do Mato Grosso*. São José dos Campos, Brazil, 126 pages.
- [7] Figueiredo, S. M. M. et al, 2006. Avaliação da Exatidão do Mapeamento da Cobertura da Terra em Capixaba, Acre, utilizando Classificação por árvore de decisão. In *Cerne, Lavras*, v. 12, n. 1, p. 38-47.
- [8] Lemos, D., 2006. Imagens de alta Resolução aplicadas na Cartografia cadastral. In *Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário*. Florianópolis, Brazil, 8 pages.
- [9] Câmara, G., 2001. O SIVAM e a questão ambiental: uma avaliação. In *7ª Reunião Especial da SBPC "Amazônia no Brasil e no Mundo"*. Manaus, Brazil.
- [10] Mendes, F.G. et al, 2006. Aplicação de atributos físicos do solo no estudo da qualidade de áreas impactadas em Itajubá/MG. In *Cerne, Lavras*, v.12, n.3, p.211-220.
- [11] Ahmed, K. Z. et al, 2002. *Desenvolvendo aplicações comerciais em Java com J2EE e UML*. Ciência Moderna, Rio de Janeiro, Brazil.
- [12] Huang, W.Y., 1987. Comparisons between neural net and conventional classifiers. In *IEEE International Conference on Neural Networks*, San Diego. Lexington, MA: MIT Lincoln Laboratory, v.4, p.485-493.
- [13] Frago, M. C., 2006. *Deteção automática de mudanças no uso e cobertura do solo através do uso integrado dos satélites NOAA/AVHRR e Landsat/TM*. Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Brazil, 106 pages.

- [14] Costa, G., 2003. Uma Metodologia para Subsidiar a Avaliação de Degradação Ambiental a partir de Dados NOAA/AVHRR. Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Brazil, 152 pages.